Aus der chirurgischen Universitätsklinik Würzburg
(Direktor: Professor Dr. Max Kappis †).

Die Nervenverletzungen bei Frakturen.

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Gerhard Dietze

aus Dresden

1939

Dissertationsverlag Karl J. Triltsch, Würzburg

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg.

Berichterstatter: Prof Dr. Max Kappis †
Dr. Günther Bahls, Dozent

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinem lieben Vater,
dem Andenken meiner lieben Mutter
in Dankbarkeit gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549802_0096

I.

In seiner Arbeit hat sich der Verfasser bemüht, aus einem großen Teil der medizinischen Fachliteratur die darin beschriebenen, aus der Weltliteratur entnommenen Fälle von Nervenverletzungen bei Frakturen zu erfassen. Die Kasuistik, welche sich dadurch ergibt, kann kein Anhaltspunkt sein für die prozentuale Verteilung der einzelnen Läsionen untereinander.

Schwierig gestaltete sich die Zusammenstellung der Fälle in der Zeit während des Weltkrieges von 1914 bis 1918, wo Nervenverletzungen bei Frakturen selten beschrieben wurden. Aus ganz sinnfälligen Gründen mußte gerade in dieser Zeit der therapeutische den deskriptiven Gesichtspunkt in seiner Ausführlichkeit weit übertreffen. Wohl fand ich mehrere Einzelfälle von Nervenläsionen bei Schußfrakturen von Kriegsteilnehmern. Über die Ätiologie dieser Läsionen wurde dagegen selten berichtet, da sich wahrscheinlich in den meisten Fällen nachträglich nicht feststellen ließ, ob die Nervenverletzungen tatsächlich durch die Fraktur des Knochens oder durch das Geschoß selbst verursacht waren. Deshalb habe ich Beschreibungen von Fällen, aus denen nicht eindeutig die Frakturläsionen hervorgingen, nicht berücksichtigt.

Die Nervenverletzung bei einer Fraktur stellt in ihren Folgen eine nicht zu unterschätzende Komplikation des Bruches dar, da die Läsion des betroffenen Nerven irreparabel sein oder werden kann und dadurch eine motorische und sensible Dauerlähmung eintritt.

Es besteht ein grundsätzlicher Unterschied zwischen der bei der Frakturierung durch die Bruchenden, durch Knochenabsplitterung oder durch äußere Gewalteinwirkung bedingten primären Nervenverletzung und der nach der Frakturierung infolge Kalluswucherung entstehenden sekundären Nervenschädigung, bei der mit Zunahme der Kallusbildung im Verlauf des Nerven zunächst Parästhesie, Hypästhesie, schließlich Parese oder Paralyse auftritt. Erstere Art der Nervenverletzung muß als unmittelbare Folge einer Fraktur von der sekundären Nervenschädigung, die eine mittelbare Folge des

Bruches ist, unterschieden werden; denn letztere Art ist nicht bedingt durch die Knochenverletzung, sondern durch den Heilungsprozeß des Knochens. Der Nerv wird in den überwiegenden Fällen dabei nicht verletzt, sondern durch die Einmauerung in den Kallus geschädigt. Der Häufigkeit nach übertrifft diese sekundäre Nervenschädigung durch Kalluswucherung die eigentliche Nervenverletzung bei einer Fraktur weit. Im folgenden sollen nun auf Grund des eben Erwähnten nur die Nervenverletzungen einschließlich der Nervenkompressionen behandelt werden, soweit diese unmittelbar durch Frakturen verursacht sind.

Die vereinzelten Fälle in der Literatur bieten fernerhin keinen Anhaltspunkt für die Häufigkeit der Nervenverletzungen bei Frakturen, da stets nur über einen Teil der Gesamtzahl aller Fälle berichtet werden kann. Wahrscheinlich wird der weitaus größte Teil der Beschreibung in der Literatur entgehen. Deshalb dürften vielleicht die in IV erwähnten Berichte aus einer amerikanischen Spezialklinik für Frakturbehandlung und aus der Leipziger chirurgischen Klinik für die Beurteilung der Häufigkeit dieser Komplikationen von größerer Wichtigkeit sein als die am Ende der Arbeit enthaltene Kasuistik der der Literatur entnommenen Einzelfälle.

Eine genaue Feststellung, welche Art der Fraktur die Entstehung einer Nervenverletzung begünstigt, ist nicht zu treffen, da — wie aus den folgenden Kapiteln hervorgeht — alle Arten von Frakturen mit Nervenläsionen kompliziert sein können. Meistenteils ist die Entstehung der Verletzung des Nerven weniger von der Fraktur abhängig, als vielmehr von der Lagebeziehung des Nerven zum Knochen. Theoretisch betrachtet müssen dort vor allen Läsionen vermutet werden, wo der dem Knochen benachbarte Nerv eine besonders große Angriffsfläche bietet und die Möglichkeit der Verletzung eine besonders große ist. Im allgemeinen bestätigt sich praktisch diese Vermutung, wie aus den unter III. behandelten Einzelfällen hervorgeht.

II.

Die Art der Nervenverletzung macht das klinische Bild, von dem Prognose und Therapie abhängig sind. Zu unterscheiden sind folgende durch Fraktur bedingte Nervenläsionen:

1. Momentane oder langanhaltende Quetschung eines Nerven durch dislocierte Bruchenden oder durch die frakturierende Gewalt.
2. Totale oder partielle Zerreißung oder Zerquetschung eines Nerven.
3. Verletzung eines Nerven durch eingedrungene Bruchsplitter.
4. Interposition eines Nerven zwischen die Bruchenden.

1.

Die Kontusion oder Kompression des Nerven bei einer Fraktur ist die häufigste Art seiner Verletzung. Das klinische Bild ist vor allem abhängig von der Dauer und Intensität der traumatischen Einwirkung auf den Nervenstrang. Je länger die Quetschung anhält, desto ungünstiger ist die Prognose.

Kontusionserscheinungen können zustande kommen durch momentane oder langandauernde Quetschung des Nerven gegen den Knochen infolge Einwirkung eines äußeren Druckes oder durch momentane oder lang andauernde Quetschung des Nerven durch ein dislociertes Bruchende.

A.

Ist der Nerv infolge Einwirkung eines äußeren Druckes gegen den Knochen gequetscht worden, so wird sich das klinische Bild mit der Intensität und Dauer der Einwirkung ändern. In leichteren Fällen wird der Nerv nur blutig infiltriert sein, während in schweren Fällen die Nervenfasern völlig zertrümmert sein können, wobei jedoch die bindegewebigen Bestandteile die Kontinuität der Nervenbahn aufrechterhalten. Diese Art der Nervenverletzung kann zwar gleichzeitig mit der Fraktur auftreten, wenn der äußere Druck außer der Nervenläsion eine Fraktur bewirkt, ist aber nicht durch letztere bedingt.

B.

Häufiger ist die Quetschung des Nerven durch ein dislociertes Bruchende oder durch einen dislocierten Bruchsplitter. Die Dauer der Einwirkung auf den Nerven von Seiten eines Fragments kann momentan oder anhaltend sein. Auch hier können die Erscheinun-

gen am lädierten Nerven mit der Intensität des Traumas bezw. mit der Lage des Fragments zum Nerven zunehmen. Leichtere Formen zeigen den Nerven lediglich blutig infiltriert; in schwereren Fällen können die einzelnen Nervenfasern teilweise oder in ihrer Gesamtheit zerrissen sein.

So beobachtete Gosselin, mitgeteilt von Bruns (5), bei 40jährigem Pat. mit Fraktur der Humerusdiaphyse unmittelbar im Anschluß an die Fraktur die totale Radialislähmung. Als Patient kurz darauf an Apoplexie ad exitum kam, ergab die Untersuchung einen Schrägbruch, wobei sich die Spitze des oberen Fragments in unmittelbarer Nähe des Nerven befand. Letzterer war blutig infiltriert, leicht zerreißlich, das Neurilemm erhalten und in der Ausdehnung von 5—6 mm mit einem rötlichen Brei erfüllt, in welchem nur wenige intakte Nervenfasern zu erkennen waren.

a)

Die Nervenverletzung durch ein dislociertes Bruchende kann zunächst dadurch zustande kommen, daß der Nerv im Augenblick der Fraktur von den Bruchenden gequetscht wird. Dabei ist die Schwere der Nervenlähmung auch abhängig von der Ausdehnung der Quetschung. Die leichtesten Formen sind infolge Regeneration des Nerven nach Abnahme des Bruchverbandes bereits nicht mehr nachweisbar; schwere Fälle verursachen dagegen totale Nervenlähmung, die dann als sensible und motorische Paralyse besteht und bei längerem Bestand zu trophischen Störungen führen kann. Fernerhin kann der Nerv außer der Quetschung eine direkte Verletzung erleiden, indem er von einer Knochenspitze oder Bruchkante angerissen wird.

Beobachtung von Lauenstein (29): Pat. hatte eine Oberschenkelfraktur oberhalb der Kondylen erlitten. Das untere Fragment war nach der Kniekehle zu dislociert, hatte den N. peroneus gequetscht und ihn mit einer Knochenecke aufgespießt. Es bestand totale Peroneus-Lähmung.

Der Schweregrad dieser Läsionen kann nur bestimmt werden durch Schwere und Dauer der Lähmung. Momentane Nervenquetschungen seitens der dislocierten Bruchenden haben meistens Lähmungserscheinungen zur Folge, die nach kürzerer oder längerer Dauer infolge des Regenerationsvermögens des Nervengewebes von

selbst zur Heilung gelangen. Dabei degeneriert zunächst der vom Ort der Läsion peripherwärts gelegene Teil des Nervenstammes vollständig, während sich die Degeneration der Nervenelemente zentralwärts nur wenig weit erstreckt. Hierauf vollzieht sich die Regeneration des Nerven von Zentrum aus nach der Peripherie hin.

Die Regeneration im einzelnen geht nach Korolew (30) folgendermaßen vor sich: Es werden nach Beendigung des Degenerationsprozesses innerhalb der Schwannschen Scheide speziell in der Nähe der Ranvierschen Schnürringe kleine Anschwellungen der Marksubstanz sichtbar, die die Form runder, ovaler oder auch eckiger Verdickungen haben können. Diese bestehen aus wucherndem Protoplasma mit Beimischung des alterierten Marks von homogener oder körniger Beschaffenheit. In diesen markplasmatischen Verdickungen sind Kerne sichtbar. Diese Markplasmaschollen sind nach Korolew die „Keimnervenzellen" und tragen auch als solche den Habitus der echten Nervenzellen, zumal diese auch früher oder später ein oder zwei Fortsätze bilden. Sie liegen reihenweise oder einzeln innerhalb der Schwannschen Scheide und degenerieren mit der Neubildung der Nervenfasern, bis schließlich im Endstadium der völligen Wiederherstellung der Nervenbahn nur der Kern mit einem dünnen Protoplasmasaum verbleibt.

Die Dauer des gesamten Degenerations- und Regenerationsprozesses eines Nervenstranges ist abhängig von der Ausdehnung und der Intensität der Quetschung. In schweren Fällen mit Zertrümmerung der Nervenelemente bleibt der Regenerationsprozeß aus, sodaß die Leitung nur operativ durch Naht wiederhergestellt werden kann. Unterbleibt ein operativer Eingriff, so tritt Muskelatrophie und Difformität des Gliedes ein, die die größten Ausmaße annehmen kann.

b)

Von dieser Art der momentanen Nervenquetschung unterscheidet sich die langandauernde Nervenquetschung durch ein dislociertes Bruchende. Da bei der momentanen Quetschung die traumatische Einwirkung eine ganz plötzliche ist, besteht bei ihr außer der einfachen Quetschung des Nerven die Gefahr der direkten Verletzung des Nervengewebes, während es bei der langan-

dauernden Quetschung nur zu einer Spannung oder Knickung des Nerven über eine vorspringende Kante eines dislocierten Bruchendes kommt. Erstere Form kann beispielsweise durch Ruhigstellung des Gliedes und damit der dislocierten Knochenfragmente in eine langandauernde Quetschung übergehen. Die Folgen der Quetschung durch momentanen Druck sind sofort auftretende Lähmungserscheinungen, wogegen die Folge von anhaltender Quetschung des Nerven nur eine mechanische ist, indem sich der Nerv durch Schwund seiner Nervenelemente verdünnt und abplattet, wodurch die motorische und sensible Leitung lediglich mehr oder weniger abgeschwächt ist. Über die Verdünnung und Abplattung des Nerven am Ort der Quetschung gibt folgender Fall Aufschluß:

Beobachtung von Berger (6): Bei einem Patienten kam es unmittelbar im Anschluß an eine Fraktur im oberen Drittel des Humerus zu motorischer und sensibler Radialis-Paralyse. Als Pat. an Scharlach ad exitum kam, fand sich der Nerv durch eine Kante des nach oben und innen dislocierten unteren Fragments gequetscht und an dieser Stelle in einer Ausdehnung von 5—6 cm um zwei Drittel seines normalen Volumens verdünnt. Nach dem mikroskopischen Befund waren die Nervenfasern sehr verdünnt und fast sämtlich frei von Myelin. Die Nervenscheide war verdickt.

Die Abschwächung der motorischen und sensiblen Leitung des Nerven bei anhaltendem Druck braucht nicht sofort im Anschluß an die Fraktur aufzutreten. Häufig dokumentiert sie sich erst während oder nach der Heilung des Knochenbruches. Tritt die Lähmungserscheinung unmittelbar nach der Fraktur ein, so ist anzunehmen, daß der Nerv augenblicklich mit der primären Dislocation durch ein Knochenfragment gequetscht oder geknickt wurde, wobei jedoch der Druck nicht nachlassend sondern anhaltend ist. Die Lähmungserscheinung wird dagegen erst später auftreten, wenn bei bestehender Dislocation die Zunahme der Druckwirkung gegen den Nerven eine allmählich fortschreitende ist, oder wenn die Dislocation selbst, vielleicht durch Kallusauflagerung verstärkt, größeren Umfang annimmt. Bruns (5) hält es für möglich, daß der über den Knochenvorsprung gespannte Nerv bei den Bewegungen des Gliedes von den scharfen Knochenkanten mehr und mehr durch-

gerieben und durchgeschürft wird und die dadurch verursachte zahlenmäßige Abnahme der intakten Nervenfasern eine dauernde Zunahme der Lähmungserscheinungen mit sich bringt.

C.

Oftmals äußern sich die Nervenquetschungen durch anhaltenden Druck in der Abschwächung der Nervenfunktion, aber auch durch entzündliche Reizungen des Nervengewebes, die neuritische oder neuralgische Erscheinungen im Gebiet des komprimierten Nerven verursachen. Ausnahmsweise kommt es auch lediglich zu neuralgischen Erscheinungen, während jegliche Abschwächung der motorischen und sensiblen Leitung ausbleibt. Letztere Fälle sollen jedoch zum Teil mit tropischen Störungen, z. B. Hautgeschwüren kompliziert gewesen sein.

Beobachtung von Chalot (7): 35jähriger Pat. hatte vor 4 Jahren eine Fraktur im mittleren Drittel der Clavikula, die mit bedeutender Dislokation des äußeren Fragments nach hinten geheilt war. Es bestand eine erhebliche Hyperästhesie der Volarfläche der Finger, der Hand und des Vorderarmes. Leiseste Berührung dieser Körperstellen hatte heftigste Reflexkontraktionen des Diaphragmas, ferner Nausea, Singultus und Erbrechen zur Folge. Dieselben Anfälle konnten auch durch Druck auf die Druckstelle oder auf die Nervenstelle des Armes oder durch Bewegungen der Schulter ausgelöst werden. Es bestand dabei keine motorische oder sensible Lähmung.

Im vorstehenden Falle von Chalot hat die Quetschung des Plexus brachialis von Seiten einer mit starker Dislocation geheilten Clavikularfraktur Erscheinungen hervorgerufen, welche von einer Neuritis ascendens abzuleiten sind.

Einen weiteren Fall von neuralgischen Erscheinungen bei Nervenquetschung beobachtete Köhler (8). Gleichzeitig handelte es sich um eine Quetschung durch dislocierte Knochensplitter.

44jähriger Pat. hatte eine Clavikularfraktur erlitten. Während der Heilung stellten sich neuralgische Schmerzen in der betreffenden Thoraxhälfte, in der Schulter und im Oberarm ein, welche sich stetig steigerten. Bei der Bloßlegung der Bruchstelle nach 6 Wochen fanden sich zwei scharfe Knochensplitter am äußeren

Fragment, welche sich nach innen und hinten gegen den Plexus brachialis erstreckten. Nach Entfernung derselben erfolgte sofort Heilung.

2.

Die Zerreißung oder Zerquetschung eines Nerven mit vollständiger Kontinuitätstrennung ist im Gegensatz zur einfachen anhaltenden oder momentanen Nervenquetschung außerordentlich selten. In der Literatur sind lediglich 15 Fälle von totaler Kontinuitätstrennung beschrieben, von denen 9 den N. radialis bei Humerusfraktur, 3 den N. ulnaris bei Ober- und Vorderarmfraktur, 2 den N. peroneus bei Unterschenkelfraktur und 1 Fall den N. medianus bei Humerusfraktur betreffen.

Komplette Durchtrennung eines Nerven kann zustandekommen durch Einwirkung einer äußeren frakturierenden Gewalt oder durch Einwirkung der dislocierten Bruchenden. In beiden Fällen bestehen die Verletzungserscheinungen in einer sofortigen Aufhebung der Nervenfunktion im Gebiet des betroffenen Nerven. Die vollständige Zerquetschung aller Nervenfasern, eventuell mit kompletter Kontinuitätstrennung stellt den höchsten Grad der momentanen Nervenquetschung dar.

Als besondere Komplikationen können bei dieser schwersten Nervenverletzung — wie bei den Dauerquetschungen — neuralgische Erscheinungen hinzutreten. Hierbei scheint das Regenerationsvermögen des Nerven eine ausschlaggebende Rolle zu spielen. Denn in allen Fällen, bei denen die Läsionen mit Verlust des Regenerationsvermögens einhergehen, besteht die Möglichkeit, daß die Nervenverletzung mit neuralgischen Erscheinungen kompliziert ist. Diese Komplikation ist zwar nur in einigen wenigen Fällen der Nervenzerquetschung beobachtet worden. Doch wurde in allen diesen Fällen wegen der äußerst heftigen Schmerzen die Amputation notwendig.

Für die Behandlung der Nervenzerreißung oder Nervenzerquetschung kann in allen frischen oder verwalteten Fällen nur die Nervennaht in Frage kommen. In Fällen, bei denen die Läsion so ausgedehnt ist, daß die Nervenenden einander nicht genähert werden können, empfiehlt Trendelenburg die Resektion der Fragmente in

einer Gesamtlänge, die der Distanz der Nervenenden entspricht, um dadurch eine Annäherung der Nervenstümpfe zum Zwecke der Naht zu erzielen.

Beobachtung von Finotti (28): Ein fünfjähriger Knabe hatte vor 9 Wochen eine Humerusfraktur erlitten. Nach 6 Wochen zeigte sich bei Abnahme des Bruchverbandes eine totale Radialislähmung am Vorderarm, der bereits schon ausgesprochen deformiert war. Die Palpation ergab, daß sich oberhalb des Ellbogens große Kallusmassen gebildet hatten, ferner Anzeichen einer Dislokation des oberen Fragments nach außen. Die Freilegung der Bruchstelle ergab eine starke Dislocation nach außen und hinten. Das obere Fragment besaß außerordentlich scharfe Kanten, durch die der Nerv durchgequetscht worden war. Die Nervenstümpfe wurden freigelegt, das Narbengewebe reseziert, die scharfen Kanten abgemeißelt und anschließend die Nervennaht gemacht.

Finotti teilt weiterhin mit, daß die Lähmung nach 1½ Jahren behoben war.

Beobachtung von Lannelongue (7): Bei einem Patienten mit Oberarmbruch war die Fraktur gut geheilt, jedoch mit Radialislähmung. Die drei Monate nach der Verletzung vorgenommene Bloßlegung ergab, daß der N. radialis vollständig durchtrennt war. Die beiden Enden verloren sich in dem fibrösen Gewebe, welches den Kallus bedeckte. Die Nervennaht blieb in diesem Falle ohne Erfolg.

Beobachtung von Hoffmann (32): Ein 31jähriger Mann hatte eine Humerusfraktur im mittleren Drittel erlitten, die mit gleichzeitiger totaler Radialislähmung kompliziert war. Nach 6 Wochen war die Fraktur geheilt. Da die Funktion des Nervus radialis nicht zurückkehrte, wurde nach 3 Monaten die Bruchstelle freigelegt. Es fand sich der Nerv zerrissen. Die Enden wurden genäht. Nach einem Jahr war die Gebrauchsfähigkeit der Hand größtenteils wieder hergestellt.

Beobachtung von Bruns (5): Ein sechsjähriger Knabe erlitt gleichzeitig eine Ober- und Unterarmfraktur. Bei Abnahme des Bruchverbandes nach 6 Wochen zeigte sich eine totale Radialislähmung. Bei der Bloßlegung der Bruchstelle nach einem Jahr

ergab sich, daß der Nerv ganz durchtrennt worden war und seine beiden Enden sich in dem den Kallus umgebenden Bindegewebe verloren. Die Auslösung der Nervenstümpfe war nicht möglich.

Beobachtung von Trendelenburg (4): Ein 18jähriger Eisendreher hatte eine komplizierte Humerusfraktur mit sofortiger totaler Radialislähmung erlitten. Die Operation ergab, daß der Nerv quer durchgerissen war. Die Enden verloren sich in den Narbenmassen. Nach Auslösung derselben ergab sich eine Distanz beider Enden von 7—8 cm, sodaß eine Annäherung unmöglich war. Deshalb wurden die Fragmente um zusammen 6 cm reseziert. Die Knochen wurden mit Draht, die Nerven mit Catgut genäht. Nach dreiviertel Jahr war beinahe völlige Heilung eingetreten.

Ferner wird noch eine Beobachtung von Sick und Sänger (1) beschrieben. In diesem Falle war die Radialis-Zerreißung bei einer Oberarmfraktur ebenfalls so ausgedehnt, daß die Nervennaht unmöglich war. Mit glänzendem Erfolg schlug man deshalb vom N. medianus nach dem peripheren Radialisteil eine Nervenbrücke.

Die totale Nervendurchtrennung bei Fraktur ist, wie oben festgestellt wurde, außerordentlich selten. Von noch größerer Seltenheit scheinen die partiellen Zerquetschungen oder Zerreißungen der einzelnen Nervenfasern zu sein, da nur wenige Fälle beobachtet worden sind, bei denen der Nerv bis auf einen dünnen Faden zerquetscht oder zerrissen war. Für das Zustandekommen der partiellen Durchtrennung gelten dieselben Gesichtspunkte wie bei der kompletten Nervendurchtrennung.

Alquié (33) beschreibt zwei Fälle, bei denen bei Unterschenkelfraktur der Nervus peroneus bis auf einen dünnen Faden zerquetscht war. Gleiche Verletzungen wurden sonst noch beobachtet am N. medianus bei einer Radiusfraktur und am N. ischiadicus bei einer extrakapsulären Schenkelhalsfraktur des Femur.

3.

Die Verletzung des Nerven durch eingedrungene Bruchsplitter ist, wie die totale und partielle Durchtrennung des Nerven sehr

selten. Die sensible und motorische Leitung wird keinerlei Schädigungen erleiden, wenn die Nervenfasern unverletzt geblieben sind. Andererseits können aber bei Verletzungen der Nervenfasern dieselben Lähmungserscheinungen hervorgerufen werden, wie bei der anhaltenden Nervenquetschung. Die Läsion äußert sich in einer extrem heftigen Schmerzhaftigkeit am Ort der Verletzung, sodaß in beiden beschriebenen Fällen die Amputation des Gliedes notwendig war.

Beobachtung von Weber (27): Ein 41jähriger Mann war überfahren worden und hatte einen Splitterbruch des Unterschenkels erlitten. Am 11. Tage kam es zu schmerzhaften Muskelzuckungen in der verletzten Extremität, am 12. Tage zu Trismus, am 13. Tage zu allgemeinem Tetanus. Hierauf wurde sofort die Amputation des Unterschenkels vorgenommen. Jedoch trat am folgenden Tage exitus ein. Die Sektion ergab, daß ein vollständig abgesprengter Bruchsplitter in den N. peroneus und die Gefäßscheide der A. tibialis anterior eingedrungen war. Von dieser Stelle aus waren die Nervenscheiden der Nn. peroneus et tibialis posterior weiter oben entzündet, desgleichen die Nervenscheide des N. ischiadicus.

Beobachtung von Syme (20): Ein Mann hatte eine Oberschenkelfraktur im unteren Drittel erlitten. Die Schmerzhaftigkeit war extrem heftig. Nachdem noch Anschwellung des Gliedes und Perforation eines Bruchendes durch die Haut der Kniekehle hinzugetreten war, wurde die Amputation notwendig. Es fand sich, daß ein nagelscharfer Knochensplitter in den N. tibialis eingedrungen war und auch die V. poplitea obliteriert hatte.

4.

Von den beschriebenen 16 Fällen von Interposition des Nerven zwischen die Bruchenden betreffen 12 Fälle den N. radialis, nur 2 Fälle den N. peroneus und in je 1 Falle waren die Nn. medianus et ulnaris interponiert. Demnach scheint eine gewisse Prädisposition des N. radialis für diese Art der Verletzung gegenüber den anderen Nerven zu bestehen. Die Ursache für diese Prädisposition beruht offenbar auf dem eigentümlichen Verlauf dieses Nerven, welcher sich in einer langgezogenen Spirale dicht um den Knochen herumwindet. Findet sich nun im Verlauf des Knochens eine

Lücke, so bewirkt die jedem intakten Gewebe eigentümliche innere Spannung, die eventuell beim Nerven durch die Kontraktion der Muskulatur bezw. durch die Motilität des Gliedes noch verstärkt wird, eine Verkürzung des Nerven, indem sich dieser zusammenzieht, wodurch es leicht zur Einlagerung des Nerven in die Mitte und damit zur Interposition zwischen die Bruchenden kommt. Dazu besteht noch als wichtiges Moment die Tatsache, daß sich der Nerv bei Fraktur am kantigen Bruchende eines Fragments anhakt und der Verschiebung desselben folgt. Ferner ist es möglich, daß sich der Nerv außerdem bei bestehendem Querbruch in eine Schräg- oder Längsfigur des Knochens hineinlegt und dadurch eingeklemmt wird.

Beobachtung von Ollier (25): Ein 18jähriger Mann hatte eine Humerusfraktur an der Grenze des mittleren und unteren Drittels erlitten, welche sofort von einer Lähmung des N. radialis gefolgt war. Da nach 10 Monaten die Konsolidation noch nicht eingetreten war und die Lähmung unvermindert fortbestand, wurde die Bruchstelle freigelegt. Es fand sich, daß das obere Ende des unteren Fragments durch einen Schlitz des M. brachialis hindurchgelegt und der N. radialis in einer Längsfisur des oberen Fragments fest eingeklemmt war. Der Nerv wurde ausgelöst, worauf sich schon nach einigen Wochen die Motalität besserte.

Wie im eben erwähnten Falle von Ollier, kann die Folgeerscheinung der Interposition die sofortige totale Lähmung des Nerven sein. Hierzu wird noch eine Beobachtung von Duplay (9) mitgeteilt:

Ein 60jähriger Patient hatte eine Fraktur des Capitulum fibulae mit gleichzeitiger totaler Peroneus-Paralyse erlitten. Pat. kam wegen anderweitiger Verletzungen am 5. Tage ad exitum. Bei der Obduktion fand sich der N. peroneus zwischen die Bruchenden eingeklemmt, etwas verfärbt, jedoch von normaler Dicke.

Eine weitere Folgeerscheinung der Interposition kann die Entwicklung heftiger neuralgischer Schmerzen im Verlaufe des Nerven sein, zumal wenn die Leitfähigkeit der Nervenfasern nicht völlig, sondern nur teilweise aufgehoben ist.

Beobachtung von Kuhl (11): Ein etwa 40jähriger Pat. hatte eine Humerus-Fraktur erlitten. Es bestand eine extrem heftige Schmerzhaftigkeit im Verlauf des Nerven bis in die Fingerspitzen. Anschwellung des Armes, Anästhesie, Blasenbildung und Gangrän traten hinzu, sodaß am 6. Tage die Amputation notwendig wurde. Die Untersuchung ergab, daß der N. radialis zwischen die beiden Knochenenden interponiert, von denselben angestochen und fast gänzlich zerquetscht war.

In Fällen, bei denen der Nerv zwar interponiert ist, jedoch keine Einklemmung des Nerven zwischen die Bruchenden besteht und auch keine Kontusion des Nerven bei oder während der Interposition stattgefunden hat, treten die Lähmungserscheinungen erst sekundär mit der Kallusbildung ein. Es kommt demnach zu einer Nervenschädigung durch Kalluswucherung.

Bei Interposition eines Nerven zwischen die beiden Bruchenden des frakturierten Knochens besteht als weitere Folgeerscheinung dieser Interposition die Möglichkeit, daß die Konsolidation der Fraktur verhindert wird. Hierdurch wird die Entwicklung einer Pseudarthrose herbeigeführt. Dieser Vorgang vollzieht sich hauptsächlich in den Fällen, bei denen außer dem Nerven auch noch Muskelgewebe interponiert ist. Diagnostisch ist die Feststellung von Wichtigkeit, daß bei dieser Art von Nervenläsionen bei Bewegungen der Knochenfragmente heftigste Schmerzen am Ort der Läsion und im Verlauf des Nerven auftreten, welche dadurch entstehen dürften, daß der interponierte Nerv bei den Bewegungen gezerrt, geknickt oder gequetscht wird. Ein derartiger Fall, den Ollier beobachtete, wurde schon erwähnt.

Eine weitere Beobachtung von Ollier (13): Ein 30jähriger Pat. hatte eine Humerusfraktur im mittleren Drittel erlitten; als nach 40 Tagen noch keine Konsolidation eingetreten war, wurde die Friktion der Bruchenden gemacht: sofort stellte sich heftigster Schmerz an der Bruchstelle und totale Radialis-Paralyse ein. Bei der Freilegung der Bruchstelle fand sich der Nerv, der sich an der Kante des unteren Fragments angehakt hatte, samt einer dicken Muskelschicht zwischen die Bruchenden interponiert. Der Nerv wurde ausgelöst und die Bruchenden reseziert, worauf Konsolidation und völlige Heilung der Lähmung eintrat.

Payr (12) teilt schließlich einen Fall aus der Nicoladonischen Klinik mit, wo der Nerv von einem abgesprengten Knochenstück gegen den intakten Knochen gequetscht war, wodurch es zu totaler Lähmung im Gebiet des Nerven kam:

Bei einem 19jährigen Pat. war die Epitrochlea abgebrochen und auf die Vorderseite der Trochlea verlagert. Es bestand eine totale Ulnaris-Lähmung. Bei der Bloßlegung fand sich der Nerv zwischen die beiden Knochen interponiert und fest eingeklemmt. Der Nerv wurde gelöst und reponiert. Die Lähmung heilte vollständig ab.

III.

In der in IV. gegebenen Kasuistik stehen 268 Fällen von Nervenläsionen bei Frakturen der oberen Extremität nur 42 Fälle von Verletzungen bei Frakturen der unteren Extremität gegenüber. Weiter ergibt sich die Tatsache, daß besonders die Humerus- Frakturen mit Nervenverletzungen kompliziert sind und zwar vorzugsweise mit solchen des N. radialis. Die Häufigkeit der Radialis-Verletzung begründet sich aus der topographischen Beziehung des Nerven zum Knochen.

Der N. radialis verläßt den Plexus brachialis und liegt in seinem oberen Verlauf zunächst medial vom Humerus. Dann zieht er hinter dem N. ulnaris vor den M. subscapularis und den Sehnen der Mm. latissimus dorsi et teres major distalwärts, biegt lateral vom Caput longum M. tricipitis hinter den Humerus und verläuft dann an dessen dorsaler Fläche im Sulcus N. radialis in langgezogener Spirale distalwärts, durchbohrt in Höhe der Grenze des mittleren und unteren Drittels des Humerus das Septum intermusculare laterale und liegt schließlich im unteren Drittel des Oberarms lateral vom Humerus zwischen den Mm. brachioradialis et brachialis. Über dem Capitulum radii spaltet er sich in seine Endäste.

Infolge des spiraligen Verlaufs um den Knochen und der Nähe zum Humerus vermag er oftmals nicht, den dislocierten Bruchenden auszuweichen, weshalb er von diesen verletzt wird. Liegt die Frakturstelle im oberen Drittel des Oberarms, so ist eine Radialis-Verletzung außerordentlich selten. Die weitaus überwiegende

Mehrzahl aller Radialis-Verletzungen entsteht bei Frakturen des mittleren Drittels. Aber auch bei Frakturen des unteren Drittels sind derartige Läsionen häufig. Prozentual verteilen sich die Radialisverletzungen auf die drei Oberarmabschnitte etwa folgendermaßen:

Fraktur des oberen Drittels	8%
„ „ mittleren Drittels	49%
„ „ unteren Drittels	36%

Demnach sind die Frakturen des mittleren und unteren Drittels für den N. radialis die gefährlichsten. Die restlichen 7% Fälle von Radialis-Verletzungen entfallen auf Vorderarm-Frakturen.

Die zweithäufigste Art von Nervenverletzungen trifft den N. ulnaris und zwar vorzugsweise bei Frakturen des unteren Drittels des Humerus (= 67% aller Ulnaris-Verletzungen), insbesondere des Condylus internus und der Epitrochlea. Auch bei ihm erklärt sich die Häufigkeit seiner Verletzung aus der Lagebeziehung zum Knochen.

Im oberen Drittel läuft der Nervus ulnaris medial von den Aa. axillaris et brachialis vor dem N. radialis, dem M. latissimus dorsi und dem Caput longum M. tricipitis distalwärts, liegt im mittleren Drittel des Humerus in der Mitte der Vorderseite des Oberarms medial von der A. brachialis, entfernt sich im unteren Drittel allmählich von dieser und liegt im Sulcus n. ulnaris humeri zwischen Epicondylus medialis humeri und Olecranon dem Knochen unmittelbar auf.

27% der Ulnars-Verletzungen rühren von Vorderarm-Frakturen her.

Etwa 8% aller Medianus-Verletzungen entfallen auf Frakturen des oberen Drittels des Humerus, 15% auf das untere Drittel und gegen 70% auf Vorderarm-Frakturen.

Zusammenfassend ist deshalb festzustellen, daß die Nn. radialis et ulnaris vorzugsweise bei Oberarmbrüchen lädiert werden, während die überwiegende Mehrzahl der Medianus-Verletzungen bei Vorderarmfrakturen auftritt. Die geringen Abweichungen gegenüber der Feststellung der Prozentsatzverhältnisse durch Bruns (5) erklärt sich daraus, daß dem Verfasser vorstehender Arbeit umfangreicheres Zahlenmaterial zur Verfügung gestanden hat.

An der unteren Extremität ist es vor allem der N. peroneus, der häufig bei Unterschenkelfrakturen betroffen wird. Nur ein Sechstel der Gesamtzahl der Peroneusläsionen kommt auf Oberschenkelbrüche, während fünf Sechstel auf Unterschenkelbrüche entfallen.

Auch hier ist es wieder die Topographie des Nerven zum Knochen, die sich am proximalen Ende der Fibula für den N. peroneus so ungünstig gestaltet, daß er bei Fraktur von dislocierten Bruchenden leicht lädiert werden kann. In gleicher Weise wie der N. radialis an der Humerus-Diaphyse, schlingt sich der N. peroneus am Capitulum fibulae um den Knochen herum. Da drei Sechstel aller Peroneus-Verletzungen auf diese Fraktur entfallen, ist festzustellen, daß die Häufigkeit dieser Komplikation im Verhältnis zu dem seltenen Vorkommen dieser Fraktur eine relativ große ist. Der Rest von zwei Sechstel aller Peroneus-Verletzungen entfällt auf die Schaftbrüche der beiden Unterschenkelknochen.

Nervenverletzungen bei Oberschenkelfrakturen sind seltener. Außer Peroneus-Verletzungen sind nur Läsionen des Nervus ischiadicus beobachtet worden. In vorstehender Kasuistik beziehen sich vier Fünftel der Ischiadicus-Verletzungen auf Oberschenkelbrüche, der Rest auf Beckenfrakturen.

Verletzungen des Plexus brachialis sind vorwiegend Komplikationen von Clavicular-Frakturen. Nur einen abweichenden Fall stellt Bruns (5) fest, bei dem die Plexus-Verletzung durch Fraktur des Acromion scapulae verursacht war.

Läsionen des N. musculocutaneus bei Humerus-Fraktur, des N. suprascapularis bei Fraktur der Spina scapulae und des N. axillaris bei Clavicularfraktur sind Ausnahmefälle.

In einem Fall von ausgedehnten Rippenbrüchen sind die Nn. intercostales VI.—IX. getroffen und von den Fragmenten lädiert worden. Die Häufigkeit der Rippenfrakturen dürfte jedoch eine weitaus größere Häufigkeit dieser Komplikation zur Folge haben. Lediglich wegen des geringen Funktionsausfalls bei Intercostalnervenverletzungen wird auf eine Beschreibung derartiger Fälle in der Literatur verzichtet werden.

IV.

Mit dieser Kasuistik aller bekannten Fälle von Nervenverletzungen bei Frakturen kann nur das Minimum der Frequenz dieser Komplikation ermittelt sein. Wenn in Berichten aus amerikanischen Spezialkliniken für Frakturbehandlung der prozentuale Anteil dieser Komplikation an der Gesamtzahl aller Gliedmaßenbrüche mit ½—1% angegeben wird, oder wenn Riethus (3) mitteilt, daß in der Leipziger chirurgischen Klinik (Thiersch-Trendelenburg) 2% aller Humerus-Frakturen mit Radialisverletzungen kompliziert waren, so erscheinen die Nervenläsionen weit wesentlicher als aus früheren Beschreibungen oder Referaten über diese Komplikation hervorgeht. Nervenverletzungen bei Frakturen sind deshalb nicht häufiger, weil das Nervengewebe außerordentlich resistent ist und außerdem die Nervenstämme infolge ihrer Verschieblichkeit den traumatischen Einflüssen von Seiten des frakturierenden Knochens auszuweichen vermögen.

Nervenschädigungen durch Kalluswucherung sind dagegen häufig beobachtet worden. So geht aus einer Statistik über einige hundert Fälle von Oberarmbrüchen hervor, daß diese Frakturen zu 7% mit Radialis-Spätschädigungen vergesellschaftet waren.

Ganz gewiß aber ist die Komplikation der Nervenverletzung bei einer Fraktur noch häufiger, als aus der Literatur mit ihren vereinzelten Fällen hervorgeht. Da die leichtesten Formen bereits nach Abnahme des Frakturverbandes meist nicht mehr nachweisbar sind (s. o.), mögen früher viele Fälle von leichteren Nervenverletzungen ganz übersehen, aber auch schwerere Fälle von Schwäche oder Lähmung eines Gliedes nach einer Fraktur auf andere Weise gedeutet worden sein. Nachdem heute diese Komplikation nicht mehr als Ausnahmeerscheinung mitgeteilt wird, werden in jedem Falle einer Fraktur, die dem Knochen anliegenden Nervenstämme auf die Erhaltung ihrer Funktion überprüft.

Es sind beobachtet worden nach den Aufzeichnungen in der Literatur:

1. Bei Frakturen der oberen Extremität:

Verletzungen	des	N. radialis	158 Fälle
„	„	N. ulnaris	58 „
„	„	N. medianus	21 „
„	„	Plexus brachialis	19 „
„	„	N. axillaris	3 „
„	der	Nn. medianus et ulnaris	4 „
„	„	Nn. medianus et radialis	2 „
„	„	Nn. ulnaris et radialis	1 Fall
„	des	N. suprascapularis	1 „
„	„	N. musculocutaneus	1 „
„	der	Nn. intercostales VI.—IX.	1 „

2. Bei Frakturen der unteren Extremität:

Verletzungen	des	N. peroneus	31 Fälle
„	„	N. ischiadicus	7 „
„	„	N. tibialis	1 Fall
„	der	Nn. tibialis et peroneus	3 Fälle

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Max Kappis † gilt mein ganz besonderer Dank für die freundliche Überlassung des Themas.

Ebenso danke ich Herrn Dr. Günther Bahls, Dozent an der chirurgischen Universitätsklinik in Würzburg, für die Übernahme des Referats.

Ehrenwörtliche Erklärung.

Ich versichere hiermit ehrenwörtlich, daß ich vorstehende Arbeit selbständig und ohne jede fremde Hilfsmittel verfaßt, auch keine anderen Quellen als die angegebenen benutzt habe.

Gerhard Dietze.

Schrifttum.

1. Archiv für klinische Chirurgie, L IV. 2.
2. Bauer, K. H., Prof. Dr., Frakturen und Luxationen. 1927.
3. Beiträge zur klinischen Chirurgie. XXIV. 3. 1899.
4. Berichte der Medizinischen Gesellschaft zu Leipzig. 16. III. 1897.
5. v. Bruns, Paul, Prof. Dr., Die Lehre von den Knochenbrüchen. 1886.
6. Bulletin de la Société Anatomique. 1871.
7. Bulletin de la Société de Chirurgie, 25. Fév. 1879; 9. Fév. 1881.
8. Charité-Annalen, Bd. VI. 1879.
9. Conett, Lésions du nerf sciatique complété externe dans les fractures de la tête du péroné. Thèse. Paris 1881.
10. Daus, Siegfried, Zur Pathologie der Peroneus-Lähmungen. Dissertation Berlin 1902.
11. Descot, Die örtlichen Krankheiten der Nerven. Deutsch von Radius. Leipzig 1826.
12. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. 231—248.
13. Durant, Causes et traitements des Pseudarthoses. Thèse. Paris 1870.
14. Garré, Borchard, Stich, Lehrbuch der Chirurgie. 1935.
15. Jahresbericht für die gesamte Chirurgie. 1920—1932.
17. Jahresbericht über die Fortschritte der Chirurgie. Hildebrand.
17. Kappis, Max, Prof. Dr., Allgemeine und spezielle chirurgische Diagnostik. 1924.
18. Kaufmann, C., Dozent Dr., Handbuch d. Unfallmedizin. 1919.
19. Kirschner-Nordmann, Die Chirurgie. 1930.
20. The Lancet, London 1855. vol. I.
21. Magnus, Georg, Prof. Dr., Frakuren und Luxationen. 1935.
22. Monatsschrift für Unfallheilkunde und Invalidenwesen. 1894—1918.
23. Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie. N. F. XIII, XIV.
24. Nouveau Journal de Médecine, 1818.
25. Revue de Chirurgie, IV. 1884.
26. Schmidts Jahrbücher 1887—1920.
27. Weber, C. O., Chirurgische Erfahrungen und Untersuchungen. Berlin 1895.
28. Wiener Medizinische Wochenschrift X. L. III. 51.
29. Zentralblatt für Chirurgie. Bd. 51, 1882.
30. Zentralblatt für die Medizinische Wissenschaft. XXXV, 7 u. 8.
31. Zentralorgan für die gesamte Chirurgie und ihre Grenzgebiete.
32. Deutsche Medizinische Wochenschrift 1885, Nr. 27.
33. Bulletin Générale de Thérapie. T. 36. 1849.

Lebenslauf.

Verfasser dieser Arbeit, Gerhard Dietze, evangelisch-lutherischer Konfession, Sohn des Rechtsanwalts und Notars Gerhard Dietze in Dresden, wurde am 2. Mai 1913 zu Riesa a. d. Elbe geboren. Seine wissenschaftliche Vorbildung erhielt er auf dem Annenrealgymnasium zu Dresden, das er Ostern 1933 mit dem Zeugnis der Reife verließ.

Im Mai 1933 wurde der Verfasser bei der Medizinischen Fakultät der Universität Freiburg eingeschrieben, bestand im April 1934 an der Universität Leipzig den naturwissenschaftlichen und im Oktober 1935 an der Universität Köln den anatomisch-physiologischen Abschnitt der ärztlichen Vorprüfung. Im Februar 1938 bestand er an der Universität Würzburg die ärztliche Prüfung.

Im Herbst 1929 trat er dem Nationalsozialistischen Schülerbund der Hitlerjugend bei. 1931 erfolgte sein Übertritt in die SA der Nationalsozialistischen Deutschen Arbeiterpartei. 1937 wurde er von der SA zur Gesundheitsstelle der Hitlerjugend abkommandiert.

Während seiner Studienzeit besuchte er die Vorlesungen, Kliniken und Kurse folgender Herren: Bahls-Würzburg, Brandt-Köln, Brammer - Würzburg, Burckhardt - Würzburg, Buschbeck - Würzburg, Debye - Leipzig, Dresel - Leipzig, Fahrenholz - Leipzig, Fauvet - Leipzig, Flury - Würzburg, Fromme - Dresden, Gauß - Würzburg, Gildemeister-Leipzig, Grafe-Würzburg, Groll-Würzburg, Henning-Leipzig, Hering-Köln, Hochrein-Leipzig, Hoff-Würzburg, Hueck-Leipzig, Kahle-Köln, Kappis-Würzburg (†), Kempermann-Köln, Kempf-Leipzig, Kisch-Köln, Knorr-Würzburg, König-Leipzig, Kuntzen-Leipzig, Küstner-Leipzig, Marx-Würzburg, Mie-Freiburg, Mies-Köln, Morawitz-Leipzig (†), Müller-Würzburg, Nauck-Freiburg, Niederhoff-Köln, Oelkers-Freiburg, Passow-Würzburg, Payr-Leipzig, Rietschel-Würzburg, Ruland-Leipzig, Schieck-Würzburg, Schmidt-Würzburg, Seifert-Würzburg, Spemann-Freiburg, Staudinger-Freiburg, Thomas-Leipzig, Veit-Köln, Voß-Leipzig, Walcher-Würzburg, Weber-Würzburg, Weißberg-Köln, Zieler-Würzburg.

Allen diesen Herren, seinen hochverehrten Lehrern, spricht der Verfasser seinen ehrerbietigsten Dank aus.